



ПОЗВОНОЧНО-ТАЗОВАЯ ФИКСАЦИЯ ПРИ НЕЙРОГЕННЫХ СКОЛИОЗАХ: ОБОСНОВАННОСТЬ ПОКАЗАНИЙ

А.С. Бутенко¹, И.П. Пимбурский¹, О.Б. Челпаченко^{1, 2}, К.А. Самохин³, К.В. Жердев¹, С.П. Яцык⁴,
А.А. Петельгузов¹, П.А. Зубков¹

¹Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей, Москва, Россия

²НИИ неотложной детской хирургии и травматологии, Москва, Россия

³Оренбургский областной клинический центр хирургии и травматологии, Оренбург, Россия

⁴Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Россия

Цель исследования. Анализ результатов хирургической коррекции нейромышечных сколиозов с целью оптимизации показаний к выполнению позвоночно-тазовой фиксации.

Материал и методы. В 2012–2024 гг. прооперированы 45 пациентов 10–17 лет по поводу нейрогенного сколиоза. Из 30 пациентов без тазовой фиксации сформировали две группы: группа I — 15 пациентов с перекосом таза менее 15°, группа II — 15 пациентов с перекосом таза более 15°. В группу III включили 15 пациентов с перекосом таза более 15° и тазовой фиксацией. Всем пациентам выполнили постуральные рентгенограммы до и после операции. Результаты лечения оценивали по следующим критериям: угол фронтального наклона таза по Maloney, наклон L₅ позвонка, величина угла сколиотической дуги по Cobb. Также провели поиск возможных взаимосвязей между различными рентгенологическими параметрами.

Результаты. Среднее значение перекоса таза до операции в группе I составило $7,9^\circ \pm 5,1^\circ$, в группе II — $36,3^\circ \pm 14,7^\circ$, в группе III — $37,9^\circ \pm 14,2^\circ$; после оперативного лечения в группе I — $5,9^\circ \pm 4,5^\circ$, в группе II — $13,6^\circ \pm 10,4^\circ$, в группе III — $12,8^\circ \pm 4,0^\circ$; средняя степень коррекции по группам исследования следующая: $36,8 \pm 32,0\%$, $61,2 \pm 26,8\%$ и $62,9 \pm 8,9\%$ соответственно. Значимой потери коррекции при долгосрочном наблюдении во всех группах не было. Деформация основной дуги по Cobb до операции в группе I — $73,3^\circ \pm 20,2^\circ$, в группе II — $99,9^\circ \pm 31,0^\circ$, в группе III — $96,7^\circ \pm 17,5^\circ$. В послеоперационном периоде средний угол деформации по Cobb в группе I был $29,4^\circ \pm 9,7^\circ$, в группе II — $40,2^\circ \pm 24,9^\circ$, в группе III — $41,6^\circ \pm 19,5^\circ$. В группе II заметной тесноты прямую связь выявили между коррекцией основной деформации и коррекцией перекоса таза. При оценке связи наклона L₅ позвонка с коррекцией перекоса таза в группе II была установлена заметной тесноты обратная связь. Не выявили достоверной связи между исходным углом перекоса таза и коррекцией перекоса таза в группе II.

Заключение. Исправить выраженный перекос таза у больных с нейромышечным сколиозом можно без фиксации таза и без значимой потери коррекции при условии удовлетворительной (больше 50 %) степени коррекции основной дуги деформации. Возможным параметром, определяющим необходимость применения тазовой фиксации, может являться угол наклона L₅ позвонка. Сужение показаний к включению таза в зону спондилодеза при хирургической коррекции нейрогенных деформаций позвоночника способствует снижению частоты имплант-ассоциированных осложнений, характерных для позвоночно-тазовой фиксации, что в целом приведет к существенному повышению эффективности оперативного лечения данной категории пациентов.

Ключевые слова: нейромышечный сколиоз; тазовая фиксация.

Для цитирования: Бутенко А.С., Пимбурский И.П., Челпаченко О.Б., Самохин К.А., Жердев К.В., Яцык С.П., Петельгузов А.А., Зубков П.А. Позвоночно-тазовая фиксация при нейрогенных сколиозах: обоснованность показаний // Хирургия позвоночника. 2025. Т. 22. № 1. С. 15–25.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2025.1.15-25>.

SPINOPELVIC FIXATION IN NEUROGENIC SCOLIOSIS: VALIDITY OF INDICATIONS

A.S. Butenko¹, I.P. Pimbursky¹, O.B. Chelpanchenko^{1, 2}, K.A. Samokhin³, K.V. Zherdev¹, S.P. Yatsyk⁴, A.P. Petelguzov¹, P.A. Zubkov¹

¹National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, Russia.

²Research Institute of Emergency Children's Surgery and Traumatology, Moscow, Russia

³Orenburg Regional Clinical Center for Surgery and Traumatology, Orenburg, Russia

⁴Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

Objective. Analysis of the results of surgical correction of neuromuscular scoliosis in order to optimize indications for performing spinal and pelvic fixation.

Material and Methods. A total of 45 patients aged 10 to 17 years were operated on for neurogenic scoliosis in the period of 2012–2024. Thirty patients without pelvic fixation were divided into two groups: Group I included 15 patients with pelvic tilt of less than 15°, and Group II — 15 patients with pelvic tilt of more than 15°. Group III consisted of 15 patients with pelvic tilt of more than 15° who underwent

pelvic fixation. All patients underwent postural radiographs before and after surgery. The treatment results were assessed according to the following criteria: the frontal pelvic tilt angle according to Maloney, the tilt of the L5 vertebra, and the magnitude of scoliotic curve angle according to Cobb. A search for possible relationships between various radiographic parameters was also performed.

Results. The average value of pelvic tilt before surgery in Group I was $7.9^\circ \pm 5.1^\circ$, in Group II – $36.3^\circ \pm 14.7^\circ$, and in Group III – $37.9^\circ \pm 14.2^\circ$; after surgery in Group I – $5.9^\circ \pm 4.5^\circ$, in Group II – $13.6^\circ \pm 10.4^\circ$, and in Group III – $12.8^\circ \pm 4.0^\circ$. The average degree of correction in groups was $36.8 \pm 32.0\%$, $61.2 \pm 26.8\%$ and $62.9 \pm 8.9\%$, respectively. No significant loss of correction was found during long-term follow-up in all groups. The preoperative Cobb angle of the primary curve was $73.3^\circ \pm 20.2^\circ$ in Group I, $99.9^\circ \pm 31.0^\circ$ in Group II, and $96.7^\circ \pm 17.5^\circ$ in Group III. In the postoperative period, the average Cobb angle was $29.4^\circ \pm 9.7^\circ$ in Group I, $40.2^\circ \pm 24.9^\circ$ in Group II, and $41.6^\circ \pm 19.5^\circ$ in Group III. In Group II, a direct relationship was found between the correction of the primary curve and the correction of pelvic tilt. When assessing the relationship between the L5 inclination and the correction of pelvic tilt in Group II, an inverse relationship was found. No reliable relationship was found between the initial angle of pelvic tilt and the correction of pelvic tilt in Group II.

Conclusion. Correction of pronounced pelvic tilt in patients with neuromuscular scoliosis is possible without pelvic fixation and without significant loss of correction, provided that the degree of correction of the primary curve is satisfactory (more than 50 %). A possible parameter determining the need for spinopelvic fixation may be the angle of L5 inclination. Narrowing the indications for inclusion of the pelvis in the fusion zone during surgical correction of neurogenic spinal deformities helps to reduce the frequency of implant-associated complications that are typical for spinopelvic fixation, which in general will lead to a significant increase in the effectiveness of surgical treatment of this category of patients.

Key Words: neuromuscular scoliosis; spinopelvic fixation.

Please cite this paper as: Butenko AS, Pimbursky IP, Chel'pachenko OB, Samokhin KA, Zherdev KV, Yatsyk SP, Petelguzov AP, Zubkov PA. Spinopelvic fixation in neurogenic scoliosis: validity of indications. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika)*. 2025;22(1):15–25. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2025.1.15-25>.

Одной из наиболее тяжелых категорий пациентов с деформациями позвоночника являются больные с нейромышечными сколиозами. Термин «нейромышечный сколиоз» включает в себя деформации позвоночника, вызванные первичной дисфункцией нервной системы или мышц, среди которых наиболее распространенными являются детский церебральный паралич (ДЦП), спинально-мышечная атрофия (СМА) и другие заболевания. Вторичная нейрогенная деформация позвоночника, согласно данным SRS (Scoliosis Research Society), встречается у 20 % пациентов с ДЦП, у 60 % – с миелодисплазией, у 25 % – с нейрофиброматозом и полинейропатиями, у 90% пациентов мужского пола с мышечной дистрофией Дюшенна [1]. Тяжесть деформации позвоночника коррелирует с выраженностью неврологических расстройств [2]. При ДЦП риск развития нейромышечного сколиоза возрастает с уровнем снижения моторных функций: при показателях GMFCS (gross motor function classification score, шкала оценки «больших» моторных нарушений), соответствующих I–III классам, частота сколиозов составляет до 25 %, в то время как при GMFCS IV–V дости-

гает 50 % [3]. У пациентов с GMFCS V класса сколиоз в возрасте до 5 лет выявлялся только в 8 % наблюдений, к 20 годам уже до 75 % пациентов имели деформацию, превышающую 40° [4]. Большинство нейромышечных деформаций позвоночника продолжают прогрессировать во взрослом возрасте, что способствует снижению качества жизни пациентов [5].

Основными целями хирургического вмешательства при нейрогенных сколиозах являются улучшение вертикального положения за счет устранения/уменьшения как сагиттального, так и фронтального дисбаланса туловища и перекоса таза, облегчение ухода за пациентом, в том числе за счет снижения потребности в ортезах, улучшение дыхательной функции или профилактики прогрессирования дыхательных и гемодинамических расстройств и, как следствие, увеличение продолжительности жизни пациентов. В случае выраженного перекоса таза может потребоваться позвоночно-тазовая фиксация (ПТФ), четкие критерии необходимости которой отсутствуют [6, 7]. Как правило, ПТФ рекомендуется только пациентам, неспособным к самостоятельной

ходьбе (GMFCS больше III) в сочетании с выраженным фронтальным дисбалансом за счет перекоса таза [8]. SRS и некоторые авторы показывают, что к тазовой фиксации считают перекос таза более 15° [9–12].

Известно, что включение таза в зону спондилодеза сопряжено с более высокими пери- и послеоперационными рисками [7]. Частота имплант-ассоциированных осложнений при ПТФ достигает 29 % [13], а сама процедура связана с большей кровопотерей, увеличением времени операции, более высокими расходами, ограниченной возможностью забора трансплантата из подвздошной кости [14]. Внедрение техники введения винта через крестец в крыло подвздошной кости (так называемая инструментальная фиксация Sacrum – Os Ilii) снизило число имплант-ассоциированных, в том числе инфекционных, осложнений за счет более глубокой точки введения винта [14, 15] и большей стабильности фиксации за счет перекрытия зоны крестцово-подвздошного сочленения. Тем не менее высокая частота осложнений тазовой фиксации, требующих ревизии, ставит вопрос о более четких показани-

ях к применению методики и рисках включения таза в зону спондилодеза.

Цель исследования – анализ хирургической коррекции нейромышечных сколиозов путем оптимизации показателей к ПТФ.

Материал и методы

Исследование проводилось на базе нейроортопедического отделения с ортопедией Национального медицинского исследовательского центра здоровья детей (Москва). Критериями включения в исследование явились нейрогенные сколиотические деформации, требующие хирургической коррекции.

В исследование вошли 45 пациентов 10–17 лет, проходивших лечение в 2012–2024 гг. Всем пациентам выполнены постуральные рентгенограммы (в положении сидя). Величину деформации позвоночника оценивали по методике Cobb до и после операции. Также оценивали параметры сагиттального и фронтального баланса, в том числе во фронтальной плоскости – перекос таза по методике Maloney, наибольшая надежность данного метода показана Shrader et al. [16]. Изучили показатель наклона L_5 позвонка, определяемого как угол между линиями, проведенными через верхние границы подвздошных гребней и по краю верхней замыкательной пластинки L_5 позвонка (рис. 1).

С учетом техники операции всех пациентов разделили на 3 группы:

группа I – 15 пациентов с перекосом таза менее 15° , тазовая фиксация не проводилась;

группа II – 15 пациентов с перекосом таза более 15° , тазовая фиксация не проводилась;

группа III – 15 пациентов с перекосом таза более 15° , которым выполнена тазовая фиксация, в том числе в 10 случаях авторским способом: полиаксиальные винты проводили через заднюю верхнюю подвздошную ось (PSIS – posterior superior iliac spine) и фиксировали дополнительными стержнями к основной конструкции с помощью открытых латераль-

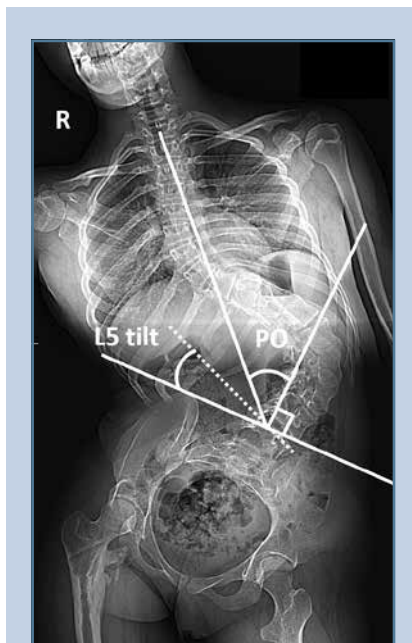


Рис. 1

Угол перекоса таза по Maloney (PO): L_5 tilt – угол наклона L_5 позвонка

ных коннекторов [17]. Также для ПТФ использовали полиаксиальные винты, введенные через заднюю верхнюю подвздошную ось (PSIS) у двух пациентов, винты в S_1 позвонки и PSIS – у одного пациента, технику S_1 , S_2 крыло таза – у одного и Т-образную конструкцию (Т-construction) – у одного.

Общая характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Статистический анализ проводили с использованием программы StatTech v. 4.6.1 (ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели оценивали на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро – Уилка. Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывали с помощью средних арифметических величин (М) и стандартных отклонений (SD), границ 95 % доверительного интервала (95 % ДИ). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывали с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1–Q3). При сравнении нормально распределенных количественных показателей, рассчитанных для двух связанных выборок, использовали парный t-критерий Стьюдента. Направление и тесноту корреляционной связи между двумя количественными показателями оценивали с помощью коэффициента корреляции Пирсона (при нормальном распределении сопоставляемых показателей). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

В группе I средний срок послеоперационного наблюдения составил $24,8 \pm 12,0$ мес. (min 11; max 47), в группе II – $21,8 \pm 10,2$ (min 9; max 45), в группе III – $20,5 \pm 8,3$ (min 8; max 38), что свидетельствует об их сопостави-

Таблица 1

Характеристика пациентов исследуемых групп

Параметры	Группа I	Группа II	Группа III
Количество пациентов, n	15	15	15
Средний возраст на момент операции, лет	$13,1 \pm 1,9$	$13,2 \pm 2,0$	$12,5 \pm 2,5$
Средний угол деформации по Cobb, град.	$73,3 \pm 20,2$	$99,9 \pm 31,0$	$96,7 \pm 17,5$
Этиология, n			
Детский церебральный паралич	9	13	12
Спинально-мышечная атрофия	2	—	1
Миопатия Дюшенна	—	—	1
Последствие травмы спинного мозга	2	1	—
Последствие опухоли спинного мозга	1	1	1
Синдром ригидного позвоночника	1	—	—

Таблица 2

Основные результаты

Показатель	Группа I	Группа II	Группа III	p, I/II	p, I/III	p, II/III
Перекося таза, град.						
до операции	7,9 ± 5,1	36,3 ± 14,7	37,9 ± 14,2	<0,001*	<0,001*	0,756
после операции	5,9 ± 4,5	13,6 ± 10,4	12,8 ± 4,0	0,029*	<0,001*	0,797
коррекция, %	36,8 ± 32,0	61,2 ± 26,8	62,9 ± 8,9	0,044*	0,013*	0,811
окончательный	6,5 ± 4,7	14,3 ± 10,0	13,0 ± 3,8	0,020*	<0,001*	0,662
Величина деформации, град.						
до операции	73,3 ± 20,2	99,9 ± 31,0	96,7 ± 17,4	0,009*	0,001*	0,712
после операции	29,4 ± 9,7	40, ± 24,91	41,6 ± 19,5	0,125	0,052	0,843
коррекция, %	58,7 ± 15,2	61,9 ± 18,3	57,6 ± 16,2	0,664	0,857	0,443
Угол наклона L₅, град.						
до операции	10,4 ± 6,0	14,8 ± 10,2	20,3 ± 6,6	0,107	<0,001*	0,132
после операции	6,3 ± 3,1	6,9 ± 4,4	7,0	0,673	0,307	0,271
коррекция, %	40,0	47,8 ± 26,7	56,5 ± 23,9	0,221	0,003*	0,349

* Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

мости. Основные результаты представлены в табл. 2.

Полученные данные свидетельствуют об отсутствии достоверных различий в степени коррекции фронтального тазового наклона в группах II и III, то есть вне зависимости от включения/невключения таза в зону спондилодеза у пациентов с перекося таза более 15° ($p > 0,01$).

Значимой потери коррекции наклона таза при катанестическом наблюдении во всех группах не выявили ($p > 0,01$).

Также для сравнения групп II и III оценивали фронтальный баланс. В группе II среднее значение фронтального дисбаланса составило 58,8 мм до операции и 25,5 мм после операции, средняя коррекция – 50,3 %, в группе III до операции – 68,1 мм, 22,2 мм после операции, средняя коррекция – 61,9 %, статистических различий в группах не было ($p > 0,05$). Это доказывает, что включение таза в зону спондилодеза не способствует повышению степени коррекции основной дуги сколиотической деформации и, следовательно, не оказывает существенного влияния на фронтальный баланс туловища, поскольку перекося таза при отсутствии нестабильности тазобедренных суставов является вторичным по отношению к структу-

ральной сколиотической деформации груднопоясничного или поясничного отдела позвоночника.

Провели анализ возможных связей разных рентгенологических параметров в группах II и III с целью поиска критерия, позволяющего определить необходимость применения тазовой фиксации. В группе II заметной тесноты прямая связь выявлена между коррекцией основной деформации и коррекцией перекося таза

(рис. 2; $r = 0,568$; $p < 0,05$), в группе III выявлено отсутствие данной связи ($r = 0,078$; $p = 0,783$). Это объясняется тем, что у большинства пациентов группы III ПТФ с коррекцией положения таза производили независимо от поясничного отдела позвоночника, чему способствовал авторский способ тазовой фиксации – на полиаксиальных латеральных коннекторах.

При оценке связи дооперационного угла L₅ позвонка и коррекции

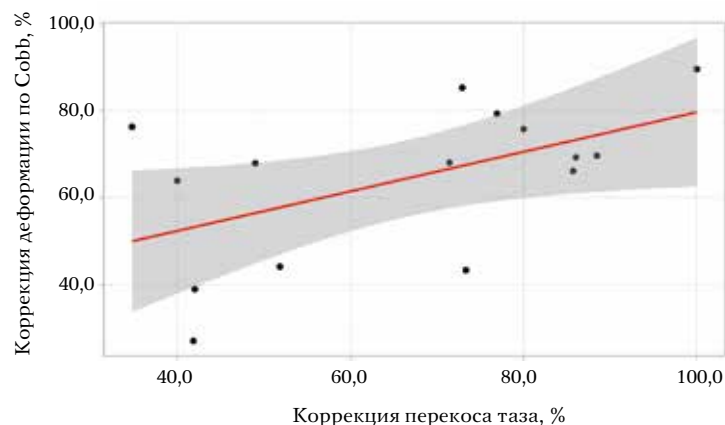


Рис. 2

Взаимосвязь коррекции деформации по Cobb и коррекции перекося таза

перекоса таза в группе II установлена заметной тесноты обратная связь (рис. 3; $r = -0,594$; $p < 0,05$), в группе III достоверной связи проследить не удалось ($r = -0,527$; $p = 0,145$). Данная зависимость усиливается до $r = -0,662$ ($p < 0,05$), если исключить пациентов с низкой коррекцией основной дуги (менее 50 %). Это свидетельствует о том, что чем выше наклон L_5 , тем меньше ожидаемая коррекция перекоса таза даже

при хорошей коррекции основной дуги деформации.

Установлена заметной тесноты обратная корреляция (рис. 4; $r = -0,523$; $p < 0,05$) между исходным углом деформации позвоночника по Cobb и коррекцией перекоса таза в группе II. В группе III достоверной корреляции между данными параметрами не выявлено ($r = 0,345$; $p = 0,208$). Не выявлено достоверной связи и между исходным углом пере-

коса таза и его коррекцией в группе II ($p = 0,623$), в то время как в группе III высокой тесноты прямая связь ($r = 0,713$; $p < 0,05$) установлена.

Таким образом, данные о корреляции между изученными параметрами говорят о ведущей роли коррекции основной сколиотической дуги деформации и наклона L_5 позвонка в коррекции перекоса таза. Это свидетельствует в пользу необходимости сужения показаний к ПТФ у пациентов с нейрогенными деформациями позвоночника.

По нашим данным, имплант-зависимые осложнения отмечены у трех из 15 пациентов с тазовой фиксацией, все случаи потребовали ревизионного вмешательства, их частота составила 20,0 %. Причиной ревизий явились выраженная резорбция костной ткани вокруг винтов в подвздошной кости (1 случай), мальпозиция винта (1 случай) и перелом стержня (1 случай).

Клинический пример 1. Пациент Б., 16 лет, с нейрогенным левосторонним поясничным сколиозом IV степени, ДЦП (спастический тетрапарез), GMFCS V уровень (рис. 5, 6). До операции перекос таза – 46° , угол основной деформации – 101° . Величина перекоса таза после операции – 6° , основная деформация – 30° , коррекция перекоса таза – 80,4 %, основной дуги – 70,3 %.

У пациента отмечался пролежень в месте нахождения винта в подвздошной кости через 12 мес. после операции из-за выраженного дефицита подкожно-жировой клетчатки, что потребовало пластики дефекта местными тканями (рис. 7). Через 25 мес. на контрольной рентгенограмме отмечен перелом стержня (рис. 5), выполнили ревизию и его замену.

Клинический пример 2. Пациент Д., 15 лет, с нейрогенным сколиозом IV степени, ДЦП, тетрапарезом, GMFCS IV (рис. 8, 9). Исходный перекос таза – 52° , угол деформации по Cobb – 140° . Выполнили коррекцию на уровне Th_3-L_5 . Послеоперационный перекос таза – 4° , основная деформация – 37° , коррекция перекоса таза без ПТФ составила 92,3 %, коррекция основной дуги – 73,6 %.

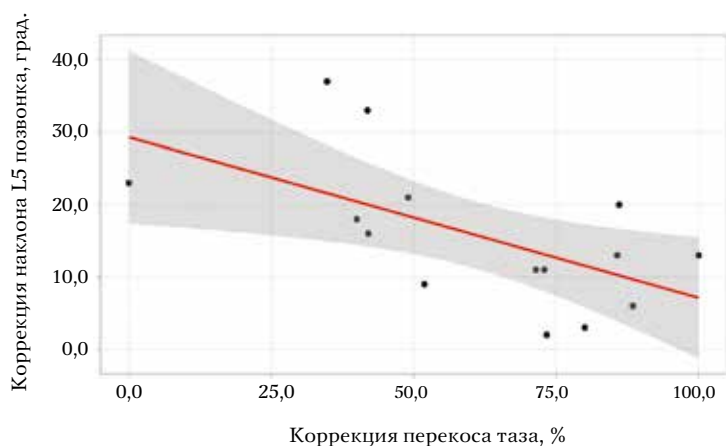


Рис. 3

Взаимосвязь наклона L_5 позвонка и коррекции перекоса таза

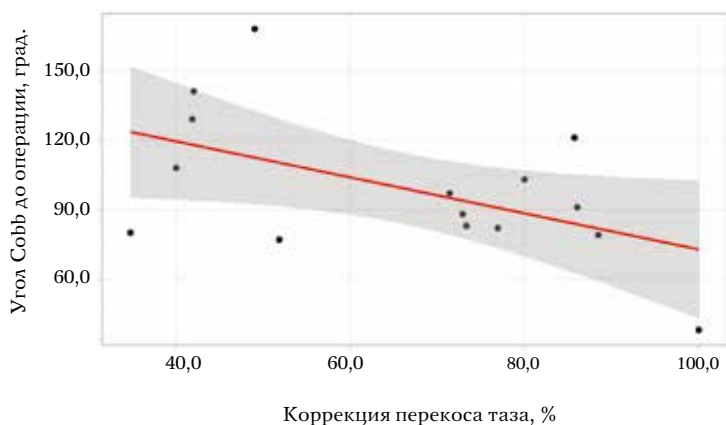


Рис. 4

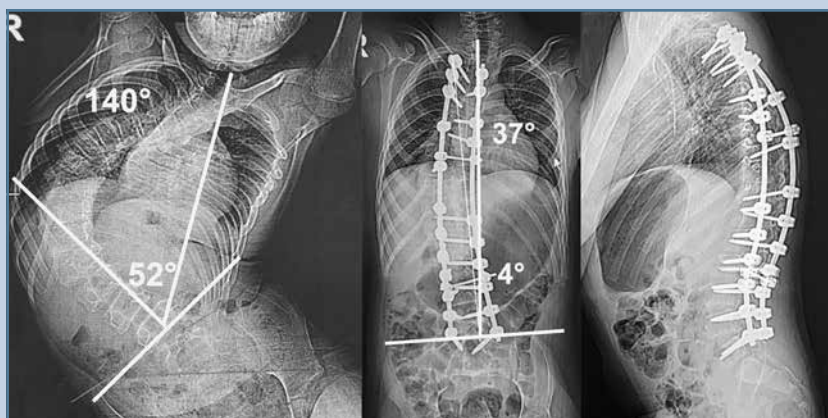
Взаимосвязь дооперационного угла деформации по Cobb и коррекции перекоса таза

**Рис. 5**

Рентгенограммы пациента Б., 16 лет, с нейрогенным сколиозом IV степени, ДЦП, тетрапарезом, GMFCS V до и после операции

**Рис. 6**

Внешний вид пациента Б., 16 лет, до и после операции

**Рис. 8**

Рентгенограммы пациента Б., 16 лет, с нейрогенным сколиозом IV степени, ДЦП, тетрапарезом, GMFCS V до и после операции

**Рис. 7**

Пролежень в области крыла подвздошной кости пациента Б., 16 лет

Клинический пример 3. Пациент С., 14 лет, с нейрогенным сколиозом IV степени, ДЦП, тетрапарезом, GMFCS IV. Угол основной сколиотической дуги по Cobb до операции – 114°, после операции – 36°, коррекция – 68,4 %. Перекос таза до операции – 44°, после операции – 7°, коррекция – 84,1 % (рис. 10, 11).

Обсуждение

До настоящего времени вопрос необходимости фиксации таза у больных с нейромышечными деформациями остается спорным. С одной стороны, относительно высокая частота осложнений, ревизионных вмешательств при тазовой фиксации диктуют необходимость сужения показаний к включению таза в зону спондилодеза. Кроме того, преимущество подвижного сочленения L₅–S₁ заключается в том, что оно поглощает большую часть угловых и вращательных движений туловища во время передвижения в сидячем кресле-каталке, что обеспечивает сохранение подвижности сегмента L₅–S₁, способствует большей мобильности и двигательной активности пациента, в том числе в положении сидя [18, 19].



Рис. 9

Внешний вид пациента Д, 15 лет, до и после операции

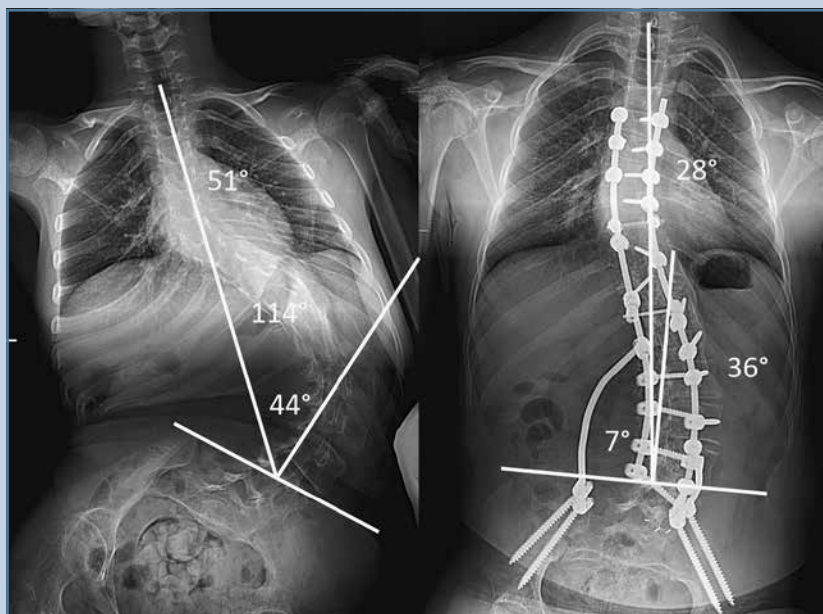


Рис. 10

Рентгенограммы пациента С, 14 лет, с нейрогенным сколиозом IV степени, ДЦП, тетрапарезом, GMFCS IV до и после операции

С другой стороны, некоторые авторы считают необходимым включать таз в зону спондилодеза по той причине, что при отказе от ПТФ наблюдается значимая потеря коррекции при долгосрочном наблюдении. Modi et al. [19] сообщили результаты кор-

рекции нейромышечного сколиоза у 55 пациентов, считая показанием для тазовой фиксации дооперационный наклон таза более 15°. В группе пациентов с перекосом таза более 15° без ПТФ они отметили значимую потерю коррекции в 43,1 % про-

тив 3,4 % в группе с тазовой фиксацией, на основании чего сделали вывод о ее необходимости у данной категории пациентов [11]. Мы не отметили значимой потери коррекции при среднем сроке наблюдения в $21,80 \pm 10,21$ мес. в группе без тазовой фиксации. Такие различия, на наш взгляд, связаны с разницей в структуре этиологии деформаций позвоночника: в нашем исследовании преобладали пациенты со спастическими формами ДЦП, а в вышеуказанном исследовании более 2/3 пациентов имели СМА и миодистрофию Дюшенна. На наш взгляд, пациенты со спастическими формами ДЦП имеют исходно менее мобильный пояснично-тазовый сегмент, что сопряжено с меньшим риском последующего рецидива перекоса таза. Паралитические сколиозы характеризуются большей степенью мобильности таза и, возможно, имеют более высокий риск рецидива его наклона при отсутствии ПТФ.

Из полученных результатов следует, что можно добиться удовлетворительной степени коррекции фронтального наклона таза без его включения в зону спондилодеза, что подтверждается отсутствием статистических различий величины операционной коррекции перекоса таза в группах II и III.



Рис. 11

Внешний вид пациента С., 14 лет, до и после операции

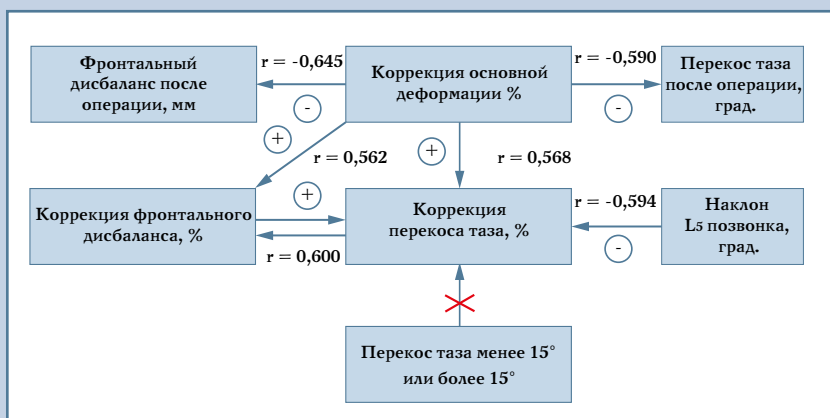


Рис. 12

Выявленная взаимосвязь рентгенологических параметров

Обнаруженное отсутствие корреляции между исходным углом перекоса таза и степенью его коррекции может говорить о том, что предложенное ранее использование величины угла перекоса таза более 15° как показателя к ПТФ не может в полной мере таковым являться. Возникает вопрос:

почему у пациентов с перекосом таза более 15° и выполненной ПТФ получена высокая достоверная взаимосвязь между дооперационным перекосом таза и его коррекцией? Возможно, это объясняется тем, что чем больше исходный перекос, тем большей коррекции необходимо достиг-

нуть для выведения таза в правильное положение, а так как при тазовой фиксации нет зависимости от других параметров и коррекция осуществляется независимо от коррекции основной дуги, о чем свидетельствует полное отсутствие в группе III связи между коррекцией основной деформации и коррекцией перекоса таза ($r = 0,078$; $p = 0,783$), то можно осуществить большую коррекцию перекоса таза даже при низкой коррекции основной деформации. Данный вывод может быть справедлив при использовании тазовой фиксации на основе полиаксиальных винтов, что позволяет регулировать положение таза независимо от основной деформации, и не применим в полной мере для методики Luque – Galveston.

Выявленная в исследовании заметной тесноты обратная связь между дооперационным наклоном L5 и коррекцией перекоса таза в группе II позволяет предположить, что исходный наклон L5 позвонка может служить параметром, указывающим на возможность исправить перекос за счет

фиксации только до L₅ позвонка, так как чем выше исходный наклон L₅, тем меньшую коррекцию наклона таза мы ожидаем получить без применения тазовой фиксации. Возможным объяснением обнаруженной связи может являться то, что пояснично-крестцовое сочленение в норме является очень стабильным благодаря подвздошно-поясничным связкам, фиброзному кольцу и передней продольной связке [18, 20], на основании чего высказано предположение, что стабильное пояснично-крестцовое сочленение может позволить исправить перекос таза за счет коррекции положения L₅ позвонка [18, 21]. Это предположение также подтверждается обнаруженной нами прямой связью между коррекцией основной деформации и коррекцией перекоса таза (рис. 1), то есть можно добиться уменьшения перекоса за счет коррекции основной деформации, о чем также сообщали Wild et al. [22] и Frischhut et al. [23]. Исходный наклон L₅ позвонка более 15° может говорить о нестабильности пояснично-крестцового сочленения [10, 21], что не позволяет скорректировать положение таза путем изменения положения позвонка, в пользу чего говорит отсутствие достоверной корреляции между

наклоном L₅ и коррекцией наклона таза в группе III. Возможно, используя тазовую фиксацию, мы можем исправить положение таза в пространстве независимо от исходного наклона L₅ позвонка. Выявленные взаимосвязи рентгенологических параметров, влияющие на коррекцию перекоса таза, представлены на рис. 12.

При использовании техники free-hand частота мальпозиции имплантатов при ПТФ в исследованиях некоторых авторов достигала 42 % [24–26]. В нашем исследовании технику free-hand при тазовой фиксации использовали у пяти пациентов, что сопровождалось мальпозицией тазовых винтов в одном случае, потребовавшем ревизии. Остальным 10 пациентам ПТФ выполнена с применением O-arm-навигации без случаев мальпозиций, что говорит об эффективности и безопасности ее применения.

Заключение

Результаты исследования показывают, что исправить выраженный перекос таза можно без его включения в зону спондилодеза.

Коррекция перекоса таза не зависит от его исходной величины, что не позволяет в полной мере использовать угол

более 15° как показание к тазовой фиксации. Угол наклона L₅ позвонка вполне может претендовать на эту роль, так как его высокая исходная величина говорит о нестабильности пояснично-крестцового сегмента, что может не позволить исправить перекос за счет фиксации только до уровня L₅, о чем свидетельствует выявленная обратная корреляция между углом наклона L₅ и коррекцией перекоса таза в группе без тазовой фиксации.

Высокая (20 %) частота осложнений и ревизионных вмешательств при хирургической коррекции нейрогенных деформаций позвоночника, сопровождающихся тазовой фиксацией, может служить основанием к сужению показаний по включению таза в зону спондилодеза.

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Проведение исследования одобрено локальными этическими комитетами учреждений.

Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Литература/References

- Vialle R, Th venin-Lemoine C, Mary P. Neuromuscular scoliosis. Orthop Traumatol Surg Res. 2013;99(1 Suppl):S124–S139. DOI: 10.1016/j.otsr.2012.11.002
- Funk S, Lovejoy S, Mencio G, Martus J. Rigid instrumentation for neuromuscular scoliosis improves deformity correction without increasing complications. Spine. 2016;41:46–52. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001170
- Persson-Bunke M, H ggund G, Lauge-Pedersen H, Wagner P, Westbom L. Scoliosis in a total population of children with cerebral palsy. Spine. 2012;37:E708–E713. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318246a962
- Murphy RF, Mooney JF 3rd. Current concepts in neuromuscular scoliosis. Curr Rev Musculoskelet Med. 2019;12:220–227. DOI: 10.1007/s12178-019-09552-8
- Rumalla K, Yarbrough CK, Pugely AJ, Koester L, Dorward IG. Spinal fusion for pediatric neuromuscular scoliosis: national trends, complications, and in-hospital outcomes. J Neurosurg Spine. 2016;25:500–508. DOI: 10.3171/2016.2.SPINE151377
- Hasler C, Brunner R, Grundshtein A, Ovadia D. Spine deformities in patients with cerebral palsy; the role of the pelvis. J Child Orthop. 2020;14:9–16. DOI: 10.1302/1863-2548.14.190141
- Farshad M, Weber S, Spirig JM, Betz M, Haupt S. Pelvic fixation in surgical correction of neuromuscular scoliosis. N Am Spine Soc J. 2022;10:100123. DOI: 10.1016/j.xnsj.2022.100123
- Miyani F, Nasto LA, Sponseller PD, Shah SA, Samdani AF, Lonner B, Yaszay B, Clements DH, Narayanan U, Newton PO. Assessing the risk-benefit ratio of scoliosis surgery in cerebral palsy: surgery is worth it. J Bone Joint Surg Am. 2018;100:556–563. DOI: 10.2106/JBJS.17.00621
- Modi HN, Suh SW, Song HR, Yang JH, Jajodia N. Evaluation of pelvic fixation in neuromuscular scoliosis: a retrospective study in 55 patients. Int Orthop. 2010;34:89–96. DOI: 10.1007/s00264-008-0703-z
- McCall RE, Hayes B. Long-term outcome in neuromuscular scoliosis fused only to lumbar 5. Spine. 2005;30:2056–2060. DOI: 10.1097/01.brs.0000178817.34368.16
- Dayer R, Ouellet JA, Saran N. Pelvic fixation for neuromuscular scoliosis deformity correction. Curr Rev Musculoskelet Med. 2012;5:91–101. DOI: 10.1007/s12178-012-9122-2
- Nielsen E, Andras LM, Bellaire LL, Fletcher ND, Minkara A, Vitale MG, Troy M, Glotzbecker M, Skaggs DL. Don't you wish you had fused to the pelvis the first time: a comparison of reoperation rate and correction of pelvic obliquity. Spine. 2019;44:E465–E469. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002888
- Myung KS, Lee C, Skaggs DL. Early pelvic fixation failure in neuromuscular scoliosis. J Pediatr Orthop. 2015;35:258–265. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000254

14. Li Y, Swallow J, Gagnier J, Smith JT, Murphy RF, Sponseller PD, Cahill PJ. Pelvic fixation is not always necessary in children with cerebral palsy scoliosis treated with growth-friendly instrumentation. *Spine Deform.* 2022;10:925–932. DOI: 10.1007/s43390-022-00474-z
15. Sponseller PD, Zimmerman RM, Ko PS, Pull Ter Gunne AF, Mohamed AS, Chang TL, Kebaish KM. Low profile pelvic fixation with the sacral alar iliac technique in the pediatric population improves results at two-year minimum follow-up. *Spine.* 2010;35:1887–1892. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181e03881
16. Shrader MW, Andrisevic EM, Belthur MV, White GR, Boan C, Wood W. Inter- and intraobserver reliability of pelvic obliquity measurement methods in patients with cerebral palsy. *Spine Deform.* 2018;6:257–262. DOI: 10.1016/j.jspd.2017.10.001
17. Челпаченко О.Б., Бутенко А.С., Жердев К.В., Солодовникова Е.Н., Зубков П.А., Самохин К.А., Петельгузов А.А., Овечкина А.А., Тимофеев И.В. Способ хирургической коррекции наклона таза у детей при нервно-мышечном и синдромальном сколиозе. Патент на изобретение RU 2804846 C1, опублик. 06.10.2023. Бюл. № 28. [Chelpachenko OB, Butenko AS, Zherdev KV, Solodovnikova EN, Zubkov PA, Samokhin KA, Petelguzov AA, Ovechkina AA, Timofeev IV. Method for surgical correction of pelvic tilt in children with neuro-muscular and syndromal scoliosis. Patent RU 2804846 C1, publ. 06.10.2023. Bul. 28].
18. Takaso M, Nakazawa T, Imura T, Fukuda M, Takahashi K, Ohtori S. Segmental pedicle screw instrumentation and fusion only to L5 in the surgical treatment of flaccid neuromuscular scoliosis. *Spine.* 2018;43:331–338. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000996
19. Tøndevold N, Lastikka M, Andersen T, Gehrchen M, Helenius I. Should instrumented spinal fusion in nonambulatory children with neuromuscular scoliosis be extended to L5 or the pelvis? *Bone Joint J.* 2020;102-B:261–267. DOI: 10.1302/0301-620X.102B2.BJJ-2019-0772.R2
20. Luk KD, Ho HC, Leong JC. The iliolumbar ligament. A study of its anatomy, development and clinical significance. *J Bone Joint Surg Br.* 1986;68:197–200. DOI: 10.1302/0301-620X.68B2.3958002
21. Smucker JD, Miller F. Crankshaft effect after posterior spinal fusion and unit rod instrumentation in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop.* 2001;21:108–112. DOI: 10.1097/00004694-200101000-00021
22. Wild A, Haak H, Kumar M, Krauspe R. Is sacral instrumentation mandatory to address pelvic obliquity in neuromuscular thoracolumbar scoliosis due to myelomeningocele? *Spine.* 2001;26:E325–E329. DOI: 10.1097/00007632-200107150-00019
23. Frischhut B, Krismer M, Stoeckl B, Landauer F, Auckenthaler T. Pelvic tilt in neuromuscular disorders. *J Pediatr Orthop B.* 2000;9:221–228. DOI: 10.1097/01202412-200010000-00003
24. Shillingford JN, Laratta JL, Tan LA, Sarpong NO, Lin JD, Fischer CR, Lehman RA Jr, Kim YJ, Lenke LG. The free-hand technique for S2-alar-iliac screw placement: a safe and effective method for sacropelvic fixation in adult spinal deformity. *J Bone Joint Surg Am.* 2018;100:334–342. DOI: 10.2106/JBJS.17.00052
25. Lee MC. S2-alar-iliac screw placement: Who needs imaging? Commentary on an article by Jamal N. Shillingford, MD, et al.: “The free-hand technique for S2-alar-iliac screw placement. a safe and effective method for sacropelvic fixation in adult spinal deformity”. *J Bone Joint Surg Am.* 2018;100:e25. DOI: 10.2106/JBJS.17.01164
26. Ray WZ, Ravindra VM, Schmidt MH, Dailey AT. Stereotactic navigation with the O-arm for placement of S-2 alar iliac screws in pelvic lumbar fixation. *J Neurosurg Spine.* 2013;18:490–495. DOI: 10.3171/2013.2.SPINE12813

Адрес для переписки:

Бутенко Андрей Сергеевич
119991, Россия, Москва, Ломоносовский пр-т, 2, стр. 1,
Национальный медицинский исследовательский
центр здоровья детей,
butenko.as@nczd.ru

Address correspondence to:

Butenko Andrey Sergeevich
National Medical Research Center for Children's Health
2 build 1 Lomonosovsky Prospect, Moscow, 119991, Russia,
butenko.as@nczd.ru

Статья поступила в редакцию 15.12.2024

Рецензирование пройдено 21.01.2025

Подписано в печать 28.01.2025

Received 15.12.2024

Review completed 21.01.2025

Passed for printing 28.01.2025

Андрей Сергеевич Бутенко, врач-травматолог-ортопед нейроортопедического отделения с ортопедией, Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей, Россия, 119991, Москва, Ломоносовский пр-т, 2, стр. 1, ORCID: 0000-0002-7542-8218, butenko.as@nczd.ru;

Иван Петрович Пимбурский, врач-детский хирург, аспирант, Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей, Россия, 119991, Москва, Ломоносовский пр-т, 2, стр. 1, ORCID: 0009-0002-5274-3941, bdfjltvbljd@yandex.ru;

Олег Борисович Челпаченко, д-р мед. наук, главный научный сотрудник лаборатории научных основ нейроортопедии и ортопедии, профессор кафедры детской хирургии с курсом анестезиологии и реанимации, врач травматолог-ортопед нейроортопедического отделения с ортопедией, Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей, Россия, 119991, Москва, Ломоносовский пр-т, 2, стр. 1; руководитель отдела травматологии и медицины катастроф, НИИ неотложной детской хирургии и травматологии, Россия, 119180, Москва, ул. Большая Полянка, 22, ORCID: 0000-0002-0333-3105, chelpachenko81@mail.ru;

Константин Александрович Самохин, врач-травматолог-ортопед отделения плановой травматологии, Оренбургский областной клинический центр хирургии и травматологии, Россия, 460000, Оренбург, ул. Постникова, 11, ORCID: 0009-0002-4292-8782, ksamobin25@mail.ru;

Константин Владимирович Жердев, д-р мед. наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории научных основ нейроортопедии и ортопедии, заведующий нейроортопедическим отделением с ортопедией, Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей, Россия, 119991, Москва, Ломоносовский пр-т, 2, стр. 1, ORCID: 0000-0003-3698-6011, drzberdev@mail.ru;

Сергей Павлович Яцык, д-р мед. наук, профессор кафедры детской хирургии им. акад. С.Я. Долецкого, Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Россия, 125993, Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1, ORCID: 0000-0001-6966-1040, macadamia@yandex.ru;

Александр Александрович Петельгузов, врач-травматолог-ортопед нейроортопедического отделения с ортопедией, Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей, Россия, 119991, Москва, Ломоносовский пр-т, 2, стр. 1, ORCID 0000-0002-6686-4042, petelguzov.aa@nczd.ru;

Павел Андреевич Зубков, канд. мед. наук, старший научный сотрудник лаборатории научных основ нейроортопедии и ортопедии, доцент кафедры детской хирургии с курсом анестезиологии и реаниматологии института подготовки медицинских кадров, Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей, Россия, 119991, Москва, Ломоносовский пр-т, 2, стр. 1, ORCID 0000-0001-9408-8004, zpa992@gmail.com.

Andrey Sergeyevich Butenko, traumatologist-orthopedist of the Neuroorthopedic Department with Orthopedics, National Medical Research Center for Children's Health, 2 build.1 Lomonosovsky Prospect, Moscow, 119991, Russia, ORCID: 0000-0002-7542-8218, butenko.as@nczd.ru;

Ivan Petrovich Pimbursky, pediatric surgeon, postgraduate student, National Medical Research Center for Children's Health, 2 build.1 Lomonosovsky Prospect, Moscow, 119991, Russia, ORCID: 0009-0002-5274-3941, bdfytlvbljd@yandex.ru;

Oleg Borisovich Chelpachenko, DMSc, chief researcher of the Laboratory for scientific foundations of neuroorthopedics and orthopedics, Professor of the Department of pediatric surgery with a course in anesthesiology and resuscitation, traumatologist-orthopedist of the Neuroorthopedic Department with Orthopedics, National Medical Research Center for Children's Health, 2 build.1 Lomonosovsky Prospect, Moscow, 119991, Russia; Head of the Department of Traumatology and Disaster Medicine, Research Institute of Emergency Children's Surgery and Traumatology, 22 Bolshaya Polyanka str., Moscow, 119180, Russia, ORCID: 0000-0002-0333-3105, cbelpachenko81@mail.ru;

Konstantin Aleksandrovich Samokhin, traumatologist-orthopedist of the Department of elective traumatology, Orenburg Regional Clinical Center for Surgery and Traumatology, 11 Postnikova str., Orenburg, 460000, Russia, ORCID: 0009-0002-4292-8782, ksamobin25@mail.ru;

Konstantin Vladimirovich Zberdev, DMSc, associate professor, chief researcher of the Laboratory of Scientific Foundations of Neuroorthopedics and Orthopedics, head of the Neuroorthopedic Department with Orthopedics, National Medical Research Center for Children's Health, 2 build.1 Lomonosovsky Prospect, Moscow, 119991, Russia, ORCID: 0000-0003-3698-6011, drzberdev@mail.ru;

Sergey Pavlovich Yatsyk, DMSc, professor of the Department of Pediatric Surgery n.a. acad. S.Ya. Doletsky, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, 2/1-1 Barrikadnaya str., Moscow, 125993, Russia, ORCID: 0000-0001-6966-1040, macadamia@yandex.ru;

Alexandr Aleksandrovich Petelguzov, traumatologist-orthopedist of the Neuroorthopedic Department with Orthopedics, National Medical Research Center for Children's Health, 2 build.1 Lomonosovsky Prospect, Moscow, 119991, Russia, ORCID 0000-0002-6686-4042, petelguzov.aa@nczd.ru;

Pavel Andreyevich Zubkov, MD, PhD, senior researcher of the Laboratory of scientific foundations of neuroorthopedics and orthopedics, associate professor of the Department of pediatric surgery with a course in anesthesiology and resuscitation, National Medical Research Center for Children's Health, 2 build.1 Lomonosovsky Prospect, Moscow, 119991, Russia, ORCID 0000-0001-9408-8004, zpa992@gmail.com.